

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-107148

(43)Date of publication of application : 23.04.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/768
H01L 21/3205

(21)Application number : 07-199976

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 04.08.1995

(72)Inventor : YAMASHITA TOMIO
INOUE YASUNORI

(30)Priority

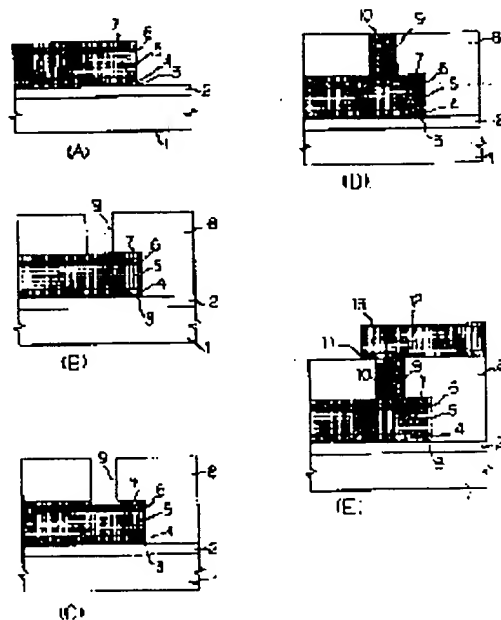
Priority number : 06188271 Priority date : 10.08.1994 Priority country : JP

(54) WIRING STRUCTURE AND FORMING METHOD THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize a method of forming a wiring structure, wherein a lower wiring is excellent in patterning accuracy, and a contact resistance between a plug and the lower wiring is low enough when the lower wiring and upper wiring are connected together with the plug.

CONSTITUTION: A conductive layer of laminated structure composed of a Ti thin film 6 and a TiN thin film 7 is formed on the surface of an Al alloy film 5, the Al alloy film 5 and the conductive layer are patterned through a lithography technique, an Si oxide film 8 is deposited on the Al alloy film 5 and the conductive layer, and a contact hole 9 reaching to the conductive layer is provided to the Si oxide film 8. After the contact hole 9 is formed, the TiN thin film 7 exposed at the bottom of the contact hole 9 is removed by etching, a tungsten plug 10 is buried in the contact hole 9 through a selective CVD method, and an Al alloy film 12 is formed so as to be electrically connected to the tungsten plug 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to wiring structure and its formation method, and relates to a multilayer interconnection in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the multilayer interconnection adopted as high integrated-semiconductor equipment, improvement in the reliability of the reduction in resistance of the contact between wiring (beer contact) and wiring is called for. And high integration of a semiconductor device is progressing increasingly and making small the path of a contact hole (also let a beer hall be homonymy) is called for. However, if the path of a contact hole is made small, it will become difficult to make the wiring material of thickness sufficient in a contact hole deposit. Then, forming the plug which is made to deposit proper metals (a tungsten, aluminum, nickel, copper, etc.) in a contact hole, and connects the 1st-layer wiring and the 2nd-layer wiring by CVD is proposed (refer to JP,4-264721,A (H01L21/285)).

[0003] That is, after forming a titanium-nitride thin film on the 1st wiring layer which consists of an aluminum-Si alloy and covering a wiring layer by the insulator layer, the contact hole which leads to a titanium-nitride film is formed in this insulator layer, by selection CVD, a tungsten plug is grown up on a titanium-nitride thin film, the inside of a contact hole is embedded, and the 2nd wiring layer which consists of an aluminum-Si alloy so that a plug may be contacted is formed further.

[0004] Especially, in this conventional example, since it is hard to carry out the selective growth of the tungsten on a titanium-nitride thin film, the specific resistance of a titanium-nitride thin film has been set below to 300-ohmcm (for example, 100-ohmcm).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If it is in the conventional example, it has a trouble as follows.

- 1) The contact resistance between a tungsten plug and a nitriding Ti thin film is high.
- 2) The variation in the contact resistance between a tungsten plug and a nitriding Ti thin film is large (especially this problem is so remarkable that the path of a contact hole becomes small).

[0006] this invention cancels this trouble about wiring structure and its formation method.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The wiring structure of a claim 1 makes the good conductive matter intervene [resistance / connection / with this plug] between a conductive layer and a conductive plug. Moreover, a lower conductive layer and an upper conductive layer connect through the conductive plug formed in the contact hole, and the wiring structure of a claim 2 has good contact resistance with the aforementioned conductive plug, and it forms the electric-conduction film which consists of matter which has the acid-resisting effect at the time of lithography, and forms the aforementioned conductive plug on this electric-conduction film on the bottom conductive layer of the above.

[0008] Moreover, the wiring structure of a claim 3 connected the lower conductive layer and the upper conductive layer through the conductive plug formed in the contact hole, and while forming the electric conduction film which consists of at least two kinds of laminated structures on the bottom conductive layer of the above, the management of the part where the aforementioned electric conduction film contacts the aforementioned plug is lacked. Moreover, it consists of matter with the acid-resisting effect the aforementioned electric conduction film consists of matter with the lower layer portion good [connection resistance with the aforementioned conductive plug], and good [the wiring structure of a claim 4 / a part for a management] at the time of lithography.

[0009] Moreover, the wiring structure of a claim 5 connects lower layer wiring and the upper wiring through the tungsten plug formed in the contact hole, and while forming the electric-conduction film which consists of a titanium film and a titanium-nitride film on it after the aforementioned lower layer wiring, the aforementioned titanium-nitride film of the part which contacts the aforementioned plug at least was lacked, and the aforementioned plug is in contact with the aforementioned titanium film, and contains **.

[0010] Moreover, the wiring structure of a claim 6 forms the aforementioned conductive plug or a tungsten plug by selection CVD. Moreover, between a conductive layer and a conductive plug, connection resistance with this plug prepares the good conductive matter, and the formation method of the wiring structure of a claim 7 carries out the selective growth of the aforementioned conductive plug on it.

[0011] Moreover, the process at which the formation method of the wiring structure of a claim 8 forms in the front face of a lower conductive layer the electric conduction film which consists of at least two kinds of laminated structures, The process which carries out patterning of the bottom conductive layer of the above, and the electric conduction film, and the process which forms the contact hole which deposits a layer insulation film on the bottom conductive layer of the above, and an electric conduction film, and leads to this layer insulation film at the aforementioned electric conduction film, Simultaneous with formation of the aforementioned contact hole, or the process which carries out etching removal of the management of the aforementioned electric conduction film exposed to the aforementioned contact hole pars basilaris ossis occipitalis after formation, The process which embeds a conductive plug in the aforementioned contact hole, and the process which forms an upper conductive layer so that it may flow electrically to the aforementioned conductive plug are included.

[0012] Moreover, the aforementioned electric conduction film consists of matter with the lower layer portion good [connection resistance with the aforementioned conductive plug], and, as for the formation method of the wiring structure of a claim 9, the amount of management consists of good matter of the acid-resisting effect at the time of lithography. Moreover, the formation method of the wiring structure of a claim 10 forms the aforementioned conductive plug by selection CVD.

[0013] Moreover, the process at which the formation method of the wiring structure of a claim 11 forms in the front face of a lower conductive layer the electric conduction film which consists of a laminated structure of a titanium film and the titanium-nitride film on it, The process which carries out patterning of the bottom conductive layer of the above, and the electric conduction film, and the process which forms the contact hole which deposits a layer insulation film on the bottom conductive layer of the above, and an electric conduction film, and leads to this layer insulation film at the aforementioned electric conduction film, Simultaneous with formation of the aforementioned contact hole, or the process which carries out etching removal of the aforementioned titanium-nitride film exposed to the aforementioned contact hole pars basilaris ossis occipitalis after formation, The process which embeds a tungsten plug by selection CVD in the aforementioned contact hole, and the process which forms an upper conductive layer so that it may flow electrically to the aforementioned tungsten plug are included.

[0014] Moreover, the formation method of the wiring structure of a claim 12 deposits a layer-insulation film on a lower conductive layer, and includes the process which forms the contact hole which leads to this layer insulation film at the bottom conductive layer of the above, the process which forms a titanium compound film in the base and the inside of the aforementioned contact hole at least, the process which forms a conductive plug in the aforementioned contact hole, and the process which forms an upper conductive layer so that it may flow electrically to the aforementioned conductive plug.

[0015] Moreover, the process at which the formation method of the wiring structure of a claim 13 forms in the front face of a lower conductive layer the electric conduction film which consists of at least two kinds of laminated structures, The process which carries out patterning of the bottom conductive layer of the above, and the electric conduction film, and the process which forms the contact hole which deposits a layer insulation film on the bottom conductive layer of the above, and an electric conduction film, and leads to this layer insulation film at the aforementioned electric conduction film, The process which forms a titanium compound film in the base and inside of the aforementioned contact hole at least, the process which forms a conductive plug in the aforementioned contact hole, and the process which forms an upper conductive layer so that it may flow electrically to the aforementioned conductive plug are included.

[0016] Moreover, the formation method of the wiring structure of a claim 14 is simultaneous with formation of the aforementioned contact hole, or a thing which carries out etching removal of some aforementioned electric conduction films [at least] exposed to the aforementioned contact hole pars basilaris ossis occipitalis after formation. Moreover, the formation method of the wiring structure of a claim 15 forms the aforementioned conductive plug with the technology and etchback technology which form the good metal membrane of covering nature like blanket tungsten CVD.

[0017] Moreover, as for the formation method of the wiring structure of a claim 16, the amount of the management uses the good matter of the acid-resisting effect as the aforementioned electric conduction film at the time of lithography. Moreover, the process at which the formation method of the wiring structure of a claim 17 forms in the front face of a lower layer wiring layer the electric conduction film which consists of a laminated structure of a titanium film and the titanium-nitride film on it, The process which carries out patterning of the aforementioned lower layer wiring layer and the electric conduction film, and the process which forms the contact hole which deposits a layer insulation film on the aforementioned lower layer wiring layer and an electric conduction film, and leads to this layer insulation film at the aforementioned electric conduction film, Simultaneous with formation of the aforementioned contact hole, or the process which carries out etching removal of the aforementioned titanium-nitride film exposed to the aforementioned contact hole pars basilaris ossis occipitalis after formation, By the process which forms a titanium-nitride film in the base and inside of the aforementioned contact hole at least, and blanket tungsten CVD By carrying out etchback of the aforementioned tungsten material to the process which forms tungsten material in a front face including the inside of the aforementioned contact hole The process which forms a tungsten plug in the aforementioned contact hole, and the process which forms the upper wiring layer so that it may flow electrically to the aforementioned tungsten plug are included.

[0018] That is, if it is in this invention, when contact resistance with the aforementioned plugs, such as titanium, makes the good conductive matter intervene between wiring (lower conductive layer) and a conductive plug, a good electrical property is acquired. Moreover, on the aforementioned conductive matter, the laminating of the good matter of the acid-resisting effects, such as a titanium nitride, is carried out, the patterning precision by lithography is raised at the beginning, it is lacking in this upper matter after that, and a plug is made into the structure where the aforementioned conductive matter is contacted.

[0019] When a titanium nitride is especially used as an antireflection film, using titanium as conductive matter, Although

selection CVD is used and it is hard to grow up a tungsten on this titanium nitride. By contact resistance with tungsten plugs, such as titanium's, forming the good matter on a lower conductive layer, and carrying out the laminating of the good matter of the acid-resisting effects, such as a titanium nitride, on it as above-mentioned. If the titanium-nitride film is removed before the selective growth of a tungsten, what has a good patterning precision of a lower conductive layer and the good both sides of contact resistance with a plug and a lower conductive layer will be obtained.

[0020] moreover, it forms, before performing technology which forms the good metal membrane of covering nature like blanket tungsten CVD -- a titanium compound film like [the adhesion to a substrate is high as a ground film, and] a titanium nitride without a fear of a film separating from the end face of a substrate etc. is used

[0021]

[Embodiments of the Invention]

(The 1st operation gestalt) The 1st operation gestalt which materialized this invention to two-layer wiring is explained based on drawing 1. Drawing 1 is the cross section having shown the manufacture process of the semiconductor device which adopted the wiring structure of the 1st operation gestalt, and explains order later on below.

[0022] Process 1 (refer to drawing 1 A): Form the silicon oxide 2 of 600nm of thickness by CVD, the oxidizing [thermally] method, etc. on the single-crystal-silicon substrate 1. Furthermore, lower shell formation of the titanium (Ti) thin film 3 (50nm of thickness), the titanium-nitride (TiN) thin film 4 (100nm of thickness), the aluminum containing alloy film 5 (aluminum-Si(1%)-Cu (0.5%)) (500nm of thickness), the Ti thin film 6 (30nm of thickness), and the TiN thin film 7 (20nm of thickness) is carried out one by one on the aforementioned Si oxide film 2 using the magnetron-sputtering method.

[0023] The aforementioned Ti thin film 3 and the TiN thin film 4 function as a barrier metal for making it aluminum and Si not react. Moreover, the aforementioned Ti thin film 6 and the TiN thin film 7 (especially TiN thin film 7) prevent that light reflects in aluminum at a lithography process, and function as the so-called cap metal with which it is made for the reflected light not to influence a resist. And patterning of the aforementioned barrier metal, the aluminum containing alloy film 5, and the cap metal is carried out to a predetermined configuration through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.).

[0024] Process 2 (refer to drawing 1 B): Deposit the Si oxide film 8 (600nm of thickness) by CVD on the aforementioned TiN thin film 7 and the exposed aforementioned Si oxide film 2. Furthermore, the contact hole 9 which reaches the aforementioned Si oxide film 8 at the aforementioned TiN thin film 7 is formed through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.).

[0025] Process 3 (refer to drawing 1 C): Use the aforementioned Si oxide film 8 as a mask, and carry out etching removal only of the aforementioned TiN thin film 7 which hits the pars basilaris ossis occipitalis of the aforementioned contact hole 9 by the RIE (Reactive Ion Etching) method. Etching conditions are used gas: CHF₃20sccm, CF₄20sccm, pressure: 300Torr, and power: 500W. In addition, as soon as it forms a contact hole 9 in a process 2, you may perform this process 3.

[0026] Process 4 (refer to drawing 1 D): Carry out the selective growth of the tungsten plug 10 only into the aforementioned contact hole 9 by selection tungsten-CVD. As growth conditions, although temperature: 300 degree C, pressure: 10mTorr, and an used gas: 6 fluoride [tungsten] (WF₆, flow rate 10sccm) + mono silane (SiH₄, flow rate 6sccm) (quantity-of-gas-flow ratio : SiH₄/WF₆ = 0.6) are suitable, the range of temperature is 250 degrees C - 350 degrees C, and a quantity-of-gas-flow ratio (SiH₄/WF₆) can be suitably adjusted in 0.5-0.8.

[0027] Process 5 (refer to drawing 1 E): The sputter etching using inert gas (for example, Ar) removes the oxide film of tungsten plug 10 front face etc. Next, lower shell formation of the Ti thin film 11 (50nm of thickness), aluminum alloy film 12 (aluminum-Si(1%)-Cu (0.5%)) (500nm of thickness), and the TiN thin film 13 (20nm of thickness) is carried out one by one on the aforementioned tungsten plug 10 and the Si oxide film 8 using the magnetron-sputtering method.

[0028] And patterning of the Ti thin film 11, the aluminum containing alloy film 12, and the TiN thin film 13 is carried out to a predetermined configuration through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.). Drawing 2 shows a relation with contact resistance with the path of the contact hole when growing up a tungsten by selection CVD into a contact hole, and a ground film in the structure of a **** 1 operation gestalt.

[0029] When the selective growth of the tungsten is carried out on a TiN thin film like before so that clearly from this experimental result, compared with this invention, contact resistance of variation is highly large relatively, moreover, the inclination is strong and a bird clapper is known as the path of a contact hole becomes small. If it was in the 1st operation gestalt like the above, since the TiN thin film 7 in which a tungsten cannot carry out a selective growth easily was removed before growing up a tungsten and connection resistance with a tungsten made the good Ti thin film 6 the ground at the time of a selective growth, even if the path of a contact hole 9 is small, a good tungsten plug can be formed.

[0030] In addition, although considered as the two-layer structure of the Ti thin film 6 and the TiN thin film 7 as a cap metal, contact resistance with a tungsten should have the just good portion which it does not limit to two-layer, and the best layer has the acid-resisting effect in short, and contacts the tungsten plug 10. Moreover, you may be a monolayer as long as the cap metal itself has the acid-resisting effect and good contact resistance. For example, if a plug 10 is a tungsten, it is also good to accept it Ti thin film 6. Although the acid-resisting effect is inferior in the Ti thin film 6 compared with the TiN thin film 7, it fully goes into tolerance.

(The 2nd operation gestalt) The 2nd operation gestalt which materialized this invention to two-layer wiring is explained based on a drawing.

[0031] Drawing 3 - drawing 8 are the cross sections having shown the manufacture process of the semiconductor device which adopted the wiring structure of the 2nd operation gestalt, and explain order later on below.

Process (1) (refer to drawing 3): Form the silicon oxide 22 of 600nm of thickness by CVD, the oxidizing [thermally] method, etc. on the single-crystal-silicon substrate 21. Furthermore, lower shell formation of the titanium (Ti) thin film 23 (50nm of thickness), the titanium-nitride (TiN) thin film 24 (100nm of thickness), the aluminum containing alloy film 25 (aluminum-Si(1%)-Cu (0.5%)) (500nm of thickness), the Ti thin film 26 (30nm of thickness), and the TiN thin film 27 (20nm of thickness) is carried out one by one on the aforementioned Si oxide film 22 using the magnetron-sputtering method.

[0032] The aforementioned Ti thin film 23 and the TiN thin film 24 function as a barrier metal for making it aluminum and Si not react. Moreover, the aforementioned Ti thin film 26 and the TiN thin film 27 (especially TiN thin film 27) prevent that light reflects in aluminum at a lithography process, and function as the so-called cap metal with which it is made for the reflected light not to influence a resist.

[0033] And patterning of the aforementioned barrier metal, the aluminum containing alloy film 25, and the cap metal is carried out to a predetermined configuration through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.).

Process (2) (refer to drawing 4): Deposit the Si oxide film 28 (600nm of thickness) by CVD on the aforementioned TiN thin film 27 and the exposed aforementioned Si oxide film 22. Furthermore, the contact hole 29 which reaches the aforementioned Si oxide film 28 at the aforementioned TiN thin film 27 is formed through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.).

[0034] Process (3) (refer to drawing 5): Use the aforementioned Si oxide film 28 as a mask, and carry out etching removal only of the aforementioned TiN thin film 27 which hits the pars basilaris ossis occipitalis of the aforementioned contact hole 29 by the RIE method. Etching conditions are used gas: CHF₃20sccm, CF₄20sccm, pressure: 300Torr, and power: 500W. In addition, as soon as it forms a contact hole 29 in a process (2), you may perform this process (3).

[0035] Process (4) (refer to drawing 6): By the sputter etching using inert gas (for example, Ar), use the magnetron-sputtering method and form the titanium-nitride (TiN) thin film 30 (100nm of thickness) in the base of the aforementioned contact hole 29 and an inside, and the front face that is the aforementioned Si oxide film 28 further, after cleaning the inside of a contact hole 29.

[0036] Process (5) (refer to drawing 7): Form a tungsten by blanket tungsten CVD on the aforementioned TiN thin film 30 including the inside of the aforementioned contact hole 29. As formation conditions, although temperature: 450 degree C, pressure: 80Torr, and used gas: 6 fluoride [tungsten] (WF₆, flow rate 70sccm) + hydrogen (H₂, flow rate 420sccm) (quantity-of-gas-flow ratio : H₂/WF₆ = 6) are suitable, the range of temperature is 425 degrees C - 475 degrees C, and a quantity-of-gas-flow ratio (H₂/WF₆) can be suitably adjusted in 5-70.

[0037] And the tungsten plug 31 is formed in the aforementioned contact hole 29 by carrying out whole anisotropy surface etchback of the formed tungsten, and processing it so that a tungsten may become flat-tapped with the front face of the Si oxide film 28.

Process (6) (refer to drawing 8): The sputter etching using inert gas (for example, Ar) removes the oxide film of tungsten plug 31 front face etc. if needed.

[0038] Next, lower shell formation of aluminum alloy film 32 (aluminum-Si(1%)-Cu (0.5%)) (500nm of thickness) and the TiN thin film 33 (20nm of thickness) is carried out one by one on the aforementioned tungsten plug 31 and the TiN thin film 30 using the magnetron-sputtering method. And patterning of the aluminum containing alloy film 32 and the TiN thin film 33 is carried out to a predetermined configuration through a resist (illustration abbreviation) application, exposure, and etching work with the usual lithography technology and dry etching technology (the RIE method etc.).

[0039] In the structure of a **** 2 operation gestalt, drawing 9 can be lowered low still enough, although contact resistance is higher than the structure of the 1st operation gestalt a little by showing a relation with contact resistance with the path of the contact hole when growing up a tungsten by blanket tungsten CVD into a contact hole, and a ground film, and forming a TiN thin film all over a growth side before CVD.

[0040] In addition, among drawing, with a **** 2 operation gestalt, - mark replaces with a TiN thin film, and ** mark uses a TiN/Ti thin film. Compared with TiN, the adhesion of Ti to a substrate is bad, and the structure of this TiN/Ti thin film also tends to separate from the end-face section of a substrate, although low contact resistance is obtained. In addition, this invention is not limited to the above operation gestalt, and may be carried out as follows.

[0041] ** As the method of sputtering, diode sputtering, RF sputtering, 4 pole sputtering, etc. are needed in addition to magnetron sputtering.

** You may use the reactant ion beam etching (called RIBE and reactant ion milling) which used reactant gas (for example, CCl₄, SF₆) as the method of sputter etching besides using inert gas.

[0042] ** You may form a silicon oxide by methods other than CVD (PVD, such as a spatter and a vacuum deposition, oxidation style).

** You may transpose a silicon oxide to other insulator layers (various silicate glass, an alumina, a silicon nitride, titanic-acid-ized film, etc.).

** In the 1st operation gestalt, you may transpose the tungsten plug 10 to the plug by other metals (aluminum, nickel, copper, molybdenum, etc.). In this case, in consideration of the acid-resisting effect, contact resistance, etc., it may replace with the Ti thin film 6 or the TiN thin film 7, and other conductive material may be used suitably.

[0043] ** In the 2nd operation gestalt, you may transpose the tungsten plug 31 to the plug by other metals (aluminum, nickel,

copper, molybdenum, etc.).

** In the 2nd operation gestalt, if it may replace with the TiN thin film 30, a TiW thin film is sufficient and a titanium compound is used in short, low contact resistance is obtained and adhesion with a substrate is also good.

[0044]

[Effect of the Invention] If it is in the wiring structure and its manufacture method of this invention, when contact resistance with the aforementioned plugs, such as titanium, makes the good conductive matter intervene between wiring and a conductive plug, a good electrical property can be acquired. And on the aforementioned conductive matter, the laminating of the good matter of the acid-resisting effects, such as a titanium nitride, is carried out, the patterning precision by lithography is raised at the beginning, and it is lacking in this upper matter after that, and since a plug is made into the structure where the aforementioned conductive matter is contacted, what has a good patterning precision of lower layer wiring and the good both sides [wiring / lower layer / a plug and] of contact resistance is obtained.

[0045] By forming the titanium compound film in the ground as an adhesion layer, there are no worries in a substrate edge about film peeling in the case of conductive plug formation, and, moreover, low contact resistance can be obtained at it.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-107148

(43) 公開日 平成8年(1996)4月23日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/768				
21/3205				
			H 0 1 L 21/ 90	B
			21/ 88	R
				M
			審査請求 未請求	請求項の数17 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-199976

(22) 出願日 平成7年(1995)8月4日

(31) 優先権主張番号 特願平6-188271

(32) 優先日 平6(1994)8月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 山下 富生

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 発明者 井上 恭典

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

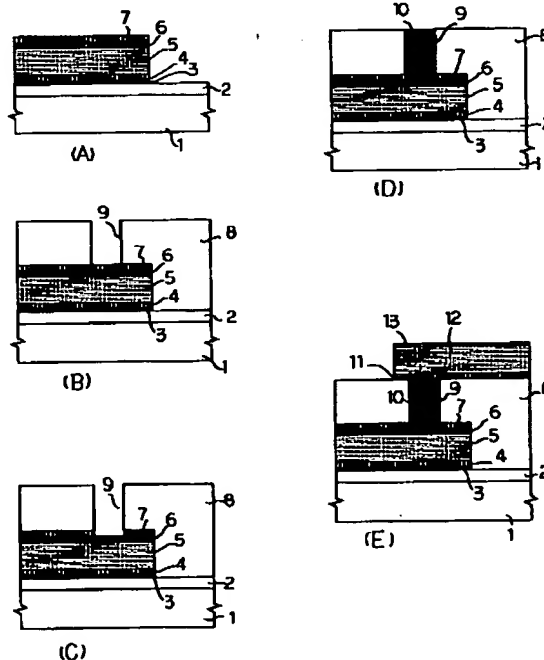
(74) 代理人 弁理士 岡田 敬

(54) 【発明の名称】 配線構造及び配線構造の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 上下層配線をプラグで接続する場合に、下層配線のパターニング精度、プラグと下層配線とのコンタクト抵抗の双方ともに良好なものを得ること。

【解決手段】 A l 合金膜5の表面に、T i 薄膜6とT i N 薄膜7の積層構造からなる導電層を形成し、A l 合金膜5及び導電層をリソグラフィ技術によりパターニングし、A l 合金膜5及び導電層の上にS i 酸化膜8を堆積し、このS i 酸化膜8に導電層に通じるコンタクトホール9を形成し、コンタクトホール9の形成後に、コンタクトホール9底部に露出するT i N 薄膜7をエッチング除去し、コンタクトホール9内に選択CVD法によりタングステンプラグ10を埋め込み、タングステンプラグ10に電氣的に導通するようにA l 合金膜12を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電層と導電性プラグとの間に、このプラグとの接続抵抗が良好な導電性物質を介在させたことを特徴とする配線構造。

【請求項2】 下導電層と上導電層とをコンタクトホール内に形成された導電性プラグを介して接続したものであって、

前記下導電層の上に、前記導電性プラグとのコンタクト抵抗が良好で且つリソグラフィ時に反射防止効果のある物質からなる導電膜を形成し、この導電膜の上に前記導電性プラグを形成したことを特徴とする配線構造。

【請求項3】 下導電層と上導電層とをコンタクトホール内に形成された導電性プラグを介して接続したものであって、

前記下導電層の上に少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成すると共に、前記導電膜は、前記プラグに接触する個所の上層部が欠如していることを特徴とする配線構造。

【請求項4】 前記導電膜は、その下層部分が前記導電性プラグとの接続抵抗が良好な物質からなり、上層部分がリソグラフィ時の反射防止効果の良好な物質からなることを特徴とした請求項3に記載の配線構造。

【請求項5】 下層配線と上層配線とをコンタクトホール内に形成されたタングステンプラグを介して接続したものであって、

前記下層配線の上にチタン膜とその上の窒化チタン膜からなる導電膜を形成すると共に、前記プラグは、少なくとも前記プラグに接触する個所の前記窒化チタン膜が欠如されて前記チタン膜と接していることを特徴とした配線構造。

【請求項6】 前記導電性プラグ又はタングステンプラグを選択CVD法によって形成したことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の配線構造。

【請求項7】 導電層と導電性プラグとの間に、このプラグとの接続抵抗が良好な導電性物質を設け、その上に前記導電性プラグを選択成長させたことを特徴とする配線構造の形成方法。

【請求項8】 下導電層の表面に、少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、

前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、

前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、

前記コンタクトホールの形成と同時又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記導電膜の上層部をエッチング除去する工程と、

前記コンタクトホール内に導電性プラグを埋め込む工程と、

前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とした配線構造の

形成方法。

【請求項9】 前記導電膜は、その下層部分が前記導電性プラグとの接続抵抗が良好な物質からなり、上層部分がリソグラフィ時に反射防止効果の良好な物質からなることを特徴とした請求項8に記載の配線構造の形成方法。

【請求項10】 前記導電性プラグを選択CVD法によって形成したことを特徴とする請求項7、8又は9に記載の配線構造の形成方法。

10 【請求項11】 下導電層の表面に、チタン膜とその上の窒化チタン膜の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、

前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、

前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、

前記コンタクトホールの形成と同時又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記窒化チタン膜をエッチング除去する工程と、

20 前記コンタクトホール内に選択CVD法によりタングステンプラグを埋め込む工程と、

前記タングステンプラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とした配線構造の形成方法。

【請求項12】 下導電層の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記下導電層に通じるコンタクトホールを形成する工程と、

少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面にチタン化合物膜を形成する工程と、

30 前記コンタクトホール内に導電性プラグを形成する工程と、

前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とした配線構造の形成方法。

【請求項13】 下導電層の表面に、少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、

前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、

前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、

40 少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面にチタン化合物膜を形成する工程と、

前記コンタクトホール内に導電性プラグを形成する工程と、

前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程と、を含むことを特徴とした配線構造の形成方法。

50 【請求項14】 前記コンタクトホールの形成と同時又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記導電膜の少なくとも一部をエッチング除去することを特

微とした請求項13に記載の配線構造の形成方法。

【請求項15】 前記導電性プラグを、被覆性の良好な金属膜を成膜する技術とエッチバック技術とによって形成したことを特徴とする請求項12、13又は14に記載の配線構造の形成方法。

【請求項16】 前記導電膜は、その上層部分がリソグラフィ時に反射防止効果の良好な物質からなることを特徴とした請求項12乃至15のいずれか1項に記載の配線構造の形成方法。

【請求項17】 下層配線層の表面に、チタン膜とその上の窒化チタン膜の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、
前記下層配線層及び導電膜をパターニングする工程と、
前記下層配線層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、
前記コンタクトホールの形成と同時に又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記窒化チタン膜をエッチング除去する工程と、
少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面に窒化チタン膜を形成する工程と、
ブランケットタングステンCVD法により、前記コンタクトホール内を含む表面にタングステン材を形成する工程と、
前記タングステン材をエッチバックすることにより、前記コンタクトホール内にタングステンプラグを形成する工程と、
前記タングステンプラグに電氣的に導通するように、上層配線層を形成する工程と、を含むことを特徴とした配線構造の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、配線構造及びその形成方法に係り、詳しくは、多層配線に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高集積半導体装置に採用されている多層配線では、配線間コンタクト（ビアコンタクト）の低抵抗化及び配線の信頼性の向上が求められている。しかも、半導体装置の高集積化はますます進んでおり、コンタクトホール（ビアホールも同義とする）の径を小さくすることが求められている。しかしながら、コンタクトホールの径を小さくすると、コンタクトホール内に十分な厚さの配線材料を堆積させるのが難しくなる。そこで、CVD法により、コンタクトホール内に適宜な金属（タングステン、アルミニウム、ニッケル、銅など）を堆積させ、第1層配線と第2層配線とを接続するプラグを形成することが提案されている（特開平4-264721号公報（H01L21/285）参照）。

【0003】即ち、Al-Si合金からなる第1配線層の上に、窒化チタン薄膜を形成し、配線層を絶縁膜で覆

った後、この絶縁膜に窒化チタン膜に通じるコンタクトホールを形成し、選択CVD法により、窒化チタン薄膜上にタングステンプラグを成長させ、コンタクトホール内を埋め込み、更に、プラグと接触するようにAl-Si合金からなる第2配線層を形成するものである。

【0004】特に、この従来例では、窒化チタン薄膜の上にタングステンが選択成長しにくいことから、窒化チタン薄膜の比抵抗を300Ωcm以下（例えば100Ωcm）に設定している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来例にあっては、以下の通りの問題点を有する。

1) タングステンプラグと窒化Ti薄膜との間のコンタクト抵抗が高い。

2) タングステンプラグと窒化Ti薄膜との間のコンタクト抵抗のバラツキが大きい（特に、この問題は、コンタクトホールの径が小さくなるほど顕著である）。

【0006】本発明は、配線構造及びその形成方法に関し、斯かる問題点を解消するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1の配線構造は、導電層と導電性プラグとの間に、このプラグとの接続抵抗が良好な導電性物質を介在させたものである。また、請求項2の配線構造は、下導電層と上導電層とをコンタクトホール内に形成された導電性プラグを介して接続したものであって、前記下導電層の上に、前記導電性プラグとのコンタクト抵抗が良好で且つリソグラフィ時に反射防止効果のある物質からなる導電膜を形成し、この導電膜の上に前記導電性プラグを形成したものである。

【0008】また、請求項3の配線構造は、下導電層と上導電層とをコンタクトホール内に形成された導電性プラグを介して接続したものであって、前記下導電層の上に少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成すると共に、前記導電膜は、前記プラグに接触する個所の上層部が欠如しているものである。また、請求項4の配線構造は、前記導電膜が、その下層部分が前記導電性プラグとの接続抵抗が良好な物質からなり、上層部分がリソグラフィ時の反射防止効果の良好な物質からなるものである。

【0009】また、請求項5の配線構造は、下層配線と上層配線とをコンタクトホール内に形成されたタングステンプラグを介して接続したものであって、前記下層配線の上にチタン膜とその上の窒化チタン膜からなる導電膜を形成すると共に、前記プラグは、少なくとも前記プラグに接触する個所の前記窒化チタン膜が欠如されて前記チタン膜と接しているを含むものである。

【0010】また、請求項6の配線構造は、前記導電性プラグ又はタングステンプラグを選択CVD法によって形成したものである。また、請求項7の配線構造の形成方法は、導電層と導電性プラグとの間に、このプラグと

の接続抵抗が良好な導電性物質を設け、その上に前記導電性プラグを選択成長させたものである。

【0011】また、請求項8の配線構造の形成方法は、下導電層の表面に、少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、前記コンタクトホールの形成と同時に又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記導電膜の上層部をエッチング除去する工程と、前記コンタクトホール内に導電性プラグを埋め込む工程と、前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程とを含むものである。

【0012】また、請求項9の配線構造の形成方法は、前記導電膜が、その下層部分が前記導電性プラグとの接続抵抗が良好な物質からなり、上層部分がリソグラフィ時に反射防止効果の良好な物質からなるものである。また、請求項10の配線構造の形成方法は、前記導電性プラグを選択CVD法によって形成したものである。

【0013】また、請求項11の配線構造の形成方法は、下導電層の表面に、チタン膜とその上の窒化チタン膜の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、前記コンタクトホールの形成と同時に又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記窒化チタン膜をエッチング除去する工程と、前記コンタクトホール内に選択CVD法によりタングステンプラグを埋め込む工程と、前記タングステンプラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程とを含むものである。

【0014】また、請求項12の配線構造の形成方法は、下導電層の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記下導電層に通じるコンタクトホールを形成する工程と、少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面にチタン化合物膜を形成する工程と、前記コンタクトホール内に導電性プラグを形成する工程と、前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程とを含むものである。

【0015】また、請求項13の配線構造の形成方法は、下導電層の表面に、少なくとも2種類の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、前記下導電層及び導電膜をパターニングする工程と、前記下導電層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面にチタン化合物膜を形成する工程と、前記コンタクトホール内に導電性プラグを形成する工程と、前記導電性プラグに電気的に導通するように、上導電層を形成する工程とを含むも

のである。

【0016】また、請求項14の配線構造の形成方法は、前記コンタクトホールの形成と同時に又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記導電膜の少なくとも一部をエッチング除去するものである。また、請求項15の配線構造の形成方法は、前記導電性プラグを、ブランケットタングステンCVD法のような被覆性の良好な金属膜を成膜する技術とエッチバック技術とによって形成したものである。

10 【0017】また、請求項16の配線構造の形成方法は、前記導電膜として、その上層部分がリソグラフィ時に反射防止効果の良好な物質を用いたものである。また、請求項17の配線構造の形成方法は、下層配線層の表面に、チタン膜とその上の窒化チタン膜の積層構造からなる導電膜を形成する工程と、前記下層配線層及び導電膜をパターニングする工程と、前記下層配線層及び導電膜の上に層間絶縁膜を堆積し、この層間絶縁膜に前記導電膜に通じるコンタクトホールを形成する工程と、前記コンタクトホールの形成と同時に又は形成後に、前記コンタクトホール底部に露出する前記窒化チタン膜をエッチング除去する工程と、少なくとも前記コンタクトホールの底面及び内面に窒化チタン膜を形成する工程と、ブランケットタングステンCVD法により、前記コンタクトホール内を含む表面にタングステン材を形成する工程と、前記タングステン材をエッチバックすることにより、前記コンタクトホール内にタングステンプラグを形成する工程と、前記タングステンプラグに電気的に導通するように、上層配線層を形成する工程とを含むものである。

30 【0018】即ち、本発明にあっては、配線（下導電層）と導電性プラグとの間に、チタン等の前記プラグとのコンタクト抵抗が良好な導電性物質を介在させることにより、良好な電気的特性を得る。また、当初は前記導電性物質の上に、窒化チタン等の反射防止効果の良好な物質を積層させておき、リソグラフィによるパターニング精度を高め、その後、この上層物質を欠如し、プラグは前記導電性物質を接触するような構造にする。

40 【0019】特に、導電性物質としてチタンを用い、反射防止膜として窒化チタンを用いた場合、この窒化チタンの上に、選択CVD法を用いてタングステンを成長させてくいが、上述の通り、下導電層の上に、チタン等のタングステンプラグとのコンタクト抵抗が良好な物質を形成し、その上に、窒化チタン等の反射防止効果の良好な物質を積層させておくことにより、タングステンの選択成長の前に窒化チタン膜を除去しておけば、下導電層のパターニング精度、プラグと下導電層とのコンタクト抵抗の双方ともに良好なものが得られる。

50 【0020】また、ブランケットタングステンCVD法のような被覆性の良好な金属膜を成膜する技術を行う前に形成する下地膜として、基板に対する密着性が高く、

基板の端面などから膜が剥がれる心配がない窒化チタンのようなチタン化合物膜を用いる。

【0021】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態) 本発明を2層配線に具体化した第1の実施形態を図1に基づいて説明する。図1は第1実施形態の配線構造を採用した半導体装置の製造プロセスを示した断面図であり、以下順を追って説明する。

【0022】工程1(図1A参照): 単結晶シリコン基板1の上に、膜厚600nmのシリコン酸化膜2をCVD法、熱酸化法等により形成する。更に、マグネトロンスパッタ法を用いて、前記Si酸化膜2の上にチタン(Ti)薄膜3(膜厚50nm)、窒化チタン(TiN)薄膜4(膜厚100nm)、アルミ合金膜5(Al-Si(1%)-Cu(0.5%))(膜厚500nm)、Ti薄膜6(膜厚30nm)、TiN薄膜7(膜厚20nm)を順次下から形成する。

【0023】前記Ti薄膜3及びTiN薄膜4はAlとSiが反応しないようにするためのバリアメタルとして機能する。また、前記Ti薄膜6及びTiN薄膜7(特にTiN薄膜7)はリソグラフィ工程で光がAlに反射することを防止し、反射光がレジストに影響しないようにする所謂キャップメタルとして機能する。そして、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、前記バリアメタル、アルミ合金膜5及びキャップメタルを所定形状にパターニングする。

【0024】工程2(図1B参照): 前記TiN薄膜7及び露出した前記Si酸化膜2の上に、CVD法によりSi酸化膜8(膜厚600nm)を堆積する。更に、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、前記Si酸化膜8に前記TiN薄膜7に達するコンタクトホール9を形成する。

【0025】工程3(図1C参照): 前記Si酸化膜8をマスクにして、前記コンタクトホール9の底部にあたる前記TiN薄膜7のみをRIE(Reactive Ion Etching)法によりエッチング除去する。エッチング条件は、使用ガス: CHF_3 20sccm、 CF_4 20sccm、圧力: 300Torr、パワー: 500Wである。尚、この工程3は、工程2においてコンタクトホール9を形成するのと同時に行ってもよい。

【0026】工程4(図1D参照): 選択タングステン-CVD法により前記コンタクトホール9内のみタングステンプラグ10を選択成長させる。成長条件としては、温度: 300℃、圧力: 10mTorr、使用ガス: 六フッ化タングステン(WF_6 、流量10sccm)+モノシラン(SiH_4 、流量6sccm)(ガス流量比: $\text{SiH}_4/\text{WF}_6=0.6$)が適当であるが、温度は250℃~350℃の範囲で、ガス流量比(SiH_4/WF_6)は0.

5~0.8の範囲で適宜調整可能である。

【0027】工程5(図1E参照): 不活性ガス(例えばAr)を用いたスパッタエッチングによって、タングステンプラグ10表面の酸化膜等を除去する。次に、マグネトロンスパッタ法を用いて、前記タングステンプラグ10及びSi酸化膜8の上にTi薄膜11(膜厚50nm)、Al合金膜12(Al-Si(1%)-Cu(0.5%))(膜厚500nm)、TiN薄膜13(膜厚20nm)を順次下から形成する。

【0028】そして、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、Ti薄膜11、アルミ合金膜12及びTiN薄膜13を所定形状にパターニングする。図2は本第1実施形態の構造において、コンタクトホール内にタングステンを選択CVD法により成長させたときのコンタクトホールの径と下地膜とのコンタクト抵抗との関係を示したものである。

【0029】この実験結果から明らかなように、従来のようにTiN薄膜の上にタングステンを選択成長させた場合には、本発明に比べて相対的にコンタクト抵抗値が高く且つバラツキも大きく、しかも、コンタクトホールの径が小さくなるに従って、その傾向が強くなることが分かる。以上の如く、第1実施形態にあっては、タングステンが選択成長しにくいTiN薄膜7を、タングステン成長させる前に除去し、タングステンとの接続抵抗が良好なTi薄膜6を選択成長時の下地としたので、コンタクトホール9の径が小さくても、良好なタングステンプラグを形成することができる。

【0030】尚、キャップメタルとしてTi薄膜6とTiN薄膜7の2層構造としたが、2層に限定するものではなく、要は、最上層が反射防止効果を有し、タングステンプラグ10と接触する部分がタングステンとの接触抵抗の良好なものであればよい。また、キャップメタルそのものが反射防止効果と良好なコンタクト抵抗とを併せ持っていれば、単層であってもよい。例えば、プラグ10がタングステンならば、Ti薄膜6のみでもよい。Ti薄膜6はTiN薄膜7に比べて反射防止効果は劣るが、十分に許容範囲に入るものである。

(第2実施形態) 本発明を2層配線に具体化した第2の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0031】図3~図8は第2実施形態の配線構造を採用した半導体装置の製造プロセスを示した断面図であり、以下順を追って説明する。

工程(1)(図3参照): 単結晶シリコン基板21の上に、膜厚600nmのシリコン酸化膜22をCVD法、熱酸化法等により形成する。更に、マグネトロンスパッタ法を用いて、前記Si酸化膜22の上にチタン(Ti)薄膜23(膜厚50nm)、窒化チタン(TiN)薄膜24(膜厚100nm)、アルミ合金膜25(Al-Si(1%)-Cu(0.5%))(膜厚500nm

m)、Ti薄膜26(膜厚30nm)、TiN薄膜27(膜厚20nm)を順次下から形成する。

【0032】前記Ti薄膜23及びTiN薄膜24はAlとSiが反応しないようにするためのバリアメタルとして機能する。また、前記Ti薄膜26及びTiN薄膜27(特にTiN薄膜27)はリソグラフィ工程で光がAlに反射することを防止し、反射光がレジストに影響しないようにする所謂キャップメタルとして機能する。

【0033】そして、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、前記バリアメタル、アルミ合金膜25及びキャップメタルを所定形状にパターニングする。

工程(2)(図4参照):前記TiN薄膜27及び露出した前記Si酸化膜22の上に、CVD法によりSi酸化膜28(膜厚600nm)を堆積する。更に、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、前記Si酸化膜28に前記TiN薄膜27に達するコンタクトホール29を形成する。

【0034】工程(3)(図5参照):前記Si酸化膜28をマスクにして、前記コンタクトホール29の底部にあたる前記TiN薄膜27のみをRIE法によりエッチング除去する。エッチング条件は、使用ガス:CHF₃ 20sccm、CF₄ 20sccm、圧力:300Torr、パワー:500Wである。尚、この工程(3)は、工程(2)においてコンタクトホール29を形成するのと同時に行ってもよい。

【0035】工程(4)(図6参照):不活性ガス(例えばAr)を用いたスパッタエッチングによって、コンタクトホール29内をクリーニングした後、マグネトロンスパッタ法を用いて、前記コンタクトホール29の底面及び内面、更には前記Si酸化膜28の表面に、窒化チタン(TiN)薄膜30(膜厚100nm)を形成する。

【0036】工程(5)(図7参照):ブランケットタングステンCVD法により、前記コンタクトホール29内を含む前記TiN薄膜30の上に、タングステンを形成する。形成条件としては、温度:450℃、圧力:80Torr、使用ガス:六フッ化タングステン(WF₆、流量70sccm)+水素(H₂、流量420sccm)(ガス流量比:H₂/WF₆=6)が適当であるが、温度は425℃~475℃の範囲で、ガス流量比(H₂/WF₆)は5~70の範囲で適宜調整可能である。

【0037】そして、形成したタングステンを異方性全面エッチバックし、タングステンがSi酸化膜28の表面と面一になるように加工することにより、前記コンタクトホール29内にタングステンプラグ31を形成する。

工程(6)(図8参照):必要に応じて、不活性ガス(例

えばAr)を用いたスパッタエッチングによって、タングステンプラグ31表面の酸化膜等を除去する。

【0038】次に、マグネトロンスパッタ法を用いて、前記タングステンプラグ31及びTiN薄膜30の上に、Al合金膜32(Al-Si(1%)-Cu(0.5%))(膜厚500nm)、TiN薄膜33(膜厚20nm)を順次下から形成する。そして、通常のリソグラフィ技術、ドライエッチング技術(RIE法等)により、レジスト(図示略)塗布、露光、エッチング作業を経て、アルミ合金膜32及びTiN薄膜33を所定形状にパターニングする。

【0039】図9は本第2実施形態の構造において、コンタクトホール内にタングステンをブランケットタングステンCVD法により成長させたときのコンタクトホールの径と下地膜とのコンタクト抵抗との関係を示したものであり、CVDの前に、成長面全面にTiN薄膜を形成することにより、コンタクト抵抗が、第1実施形態の構造よりは若干高いが、それでも十分に低く下げることができる。

20 【0040】尚、図中、□印が本第2実施形態で、●印がTiN薄膜に代えて、TiN/Ti薄膜を用いたものである。このTiN/Ti薄膜の構造も、低いコンタクト抵抗が得られるが、TiはTiNに比べて、基板に対する密着性が悪く、基板の端面部から剥がれやすい。尚、本発明は以上の実施形態に限定されるものではなく、以下のように実施してもよい。

【0041】①スパッタリングの方法として、マグネトロンスパッタリング以外に、ダイオードスパッタリング、高周波スパッタリング、四極スパッタリング等のようなものであってもよい。

30 ②スパッタエッチングの方法として、不活性ガスを用いる以外に、反応性ガス(例えばCCl₄、SF₆)を用いた反応性イオンビームエッチング(RIBE、反応性イオンミリングとも呼ばれる)を用いてもよい。

【0042】③シリコン酸化膜はCVD法以外の方法(スパッタ法や蒸着法等のPVD法、酸化法)によって形成してもよい。

40 ④シリコン酸化膜を他の絶縁膜(各種シリケートガラス、アルミナ、シリコン窒化膜、チタン酸化膜等)に置き換えてもよい。

⑤第1実施形態において、タングステンプラグ10を他の金属(アルミニウム、ニッケル、銅、モリブデン等)によるプラグに置き換えてもよい。この場合は、反射防止効果、コンタクト抵抗等を考慮し、Ti薄膜6やTiN薄膜7に代えて、適宜他の導電物質を用いることもある。

【0043】⑥第2実施形態において、タングステンプラグ31を他の金属(アルミニウム、ニッケル、銅、モリブデン等)によるプラグに置き換えてもよい。

50 ⑦第2実施形態において、TiN薄膜30に代えて、T

11

i W薄膜でもよく、要はチタン化合物を用いれば、低いコンタクト抵抗が得られ、且つ基板との密着性もよい。

【0044】

【発明の効果】本発明の配線構造及びその製造方法においては、配線と導電性プラグとの間に、チタン等の前記プラグとのコンタクト抵抗が良好な導電性物質を介在させることにより、良好な電気的特性を得ることができる。しかも、当初は前記導電性物質の上に、窒化チタン等の反射防止効果の良好な物質を積層させておき、リソグラフィによるパターニング精度を高め、その後、この上層物質を欠かし、プラグは前記導電性物質を接触するような構造にするので、下層配線のパターニング精度、プラグと下層配線とのコンタクト抵抗の双方ともに良好なものが得られる。

【0045】また、導電性プラグ形成の際に、密着層としてチタン化合物膜を下地に形成しておくことにより、基板端部での膜剥がれの心配がなく、しかも、低いコンタクト抵抗を得ることができる。

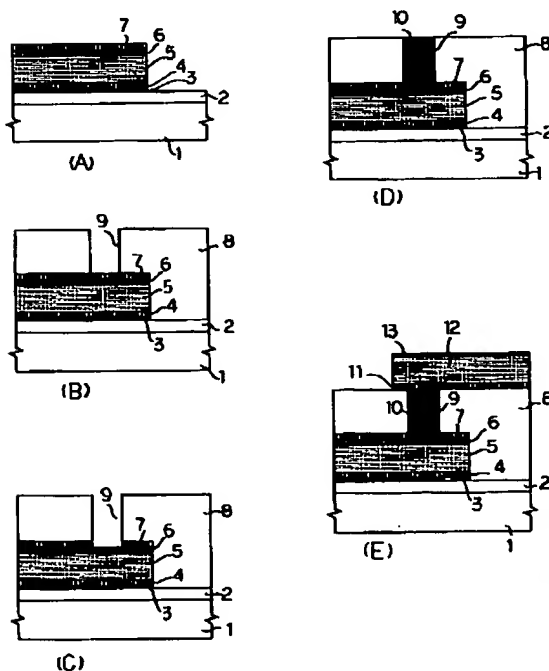
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の配線構造を具体化した第1実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図2】第1実施形態におけるコンタクトホール径と、タングステンプラグと下地膜との接続抵抗値との関係を示した図である。

【図3】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図1】



12

【図4】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図5】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図6】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図7】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図8】本発明の配線構造を具体化した第2実施形態の半導体装置の製造プロセスを示す断面図である。

【図9】第2実施形態におけるコンタクトホール径と、タングステンプラグと下地膜との接続抵抗値との関係を示した図である。

【符号の説明】

1、21 シリコン基板

5、25 Al合金薄膜(下導電層、導電層)

6、26 Ti薄膜(プラグとの接触抵抗が良好な導電性物質、導電膜)

7、27 TiN薄膜(反射防止効果が良好な導電性物質、導電膜)

8、28 シリコン酸化膜(層間絶縁膜)

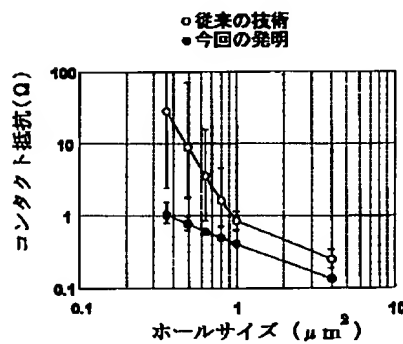
9、29 コンタクトホール

10、31 タングステンプラグ(導電性プラグ)

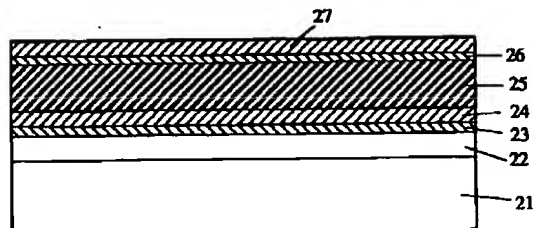
12、33 Al合金薄膜(上導電層)

30 TiN薄膜

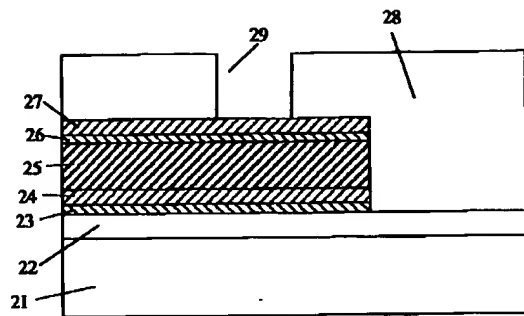
【図2】



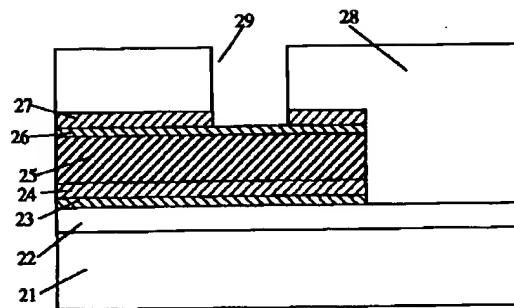
【図3】



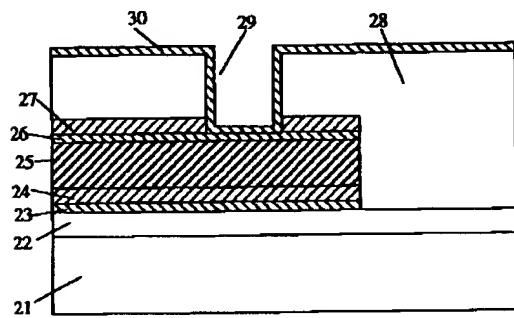
【図4】



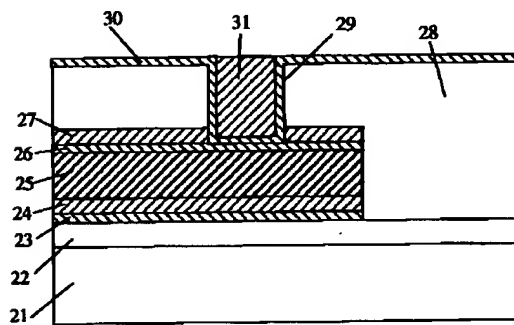
【図5】



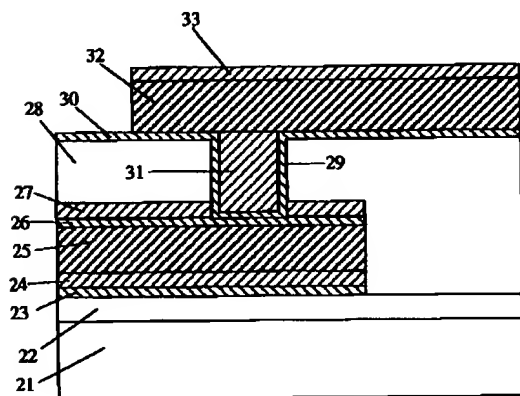
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

